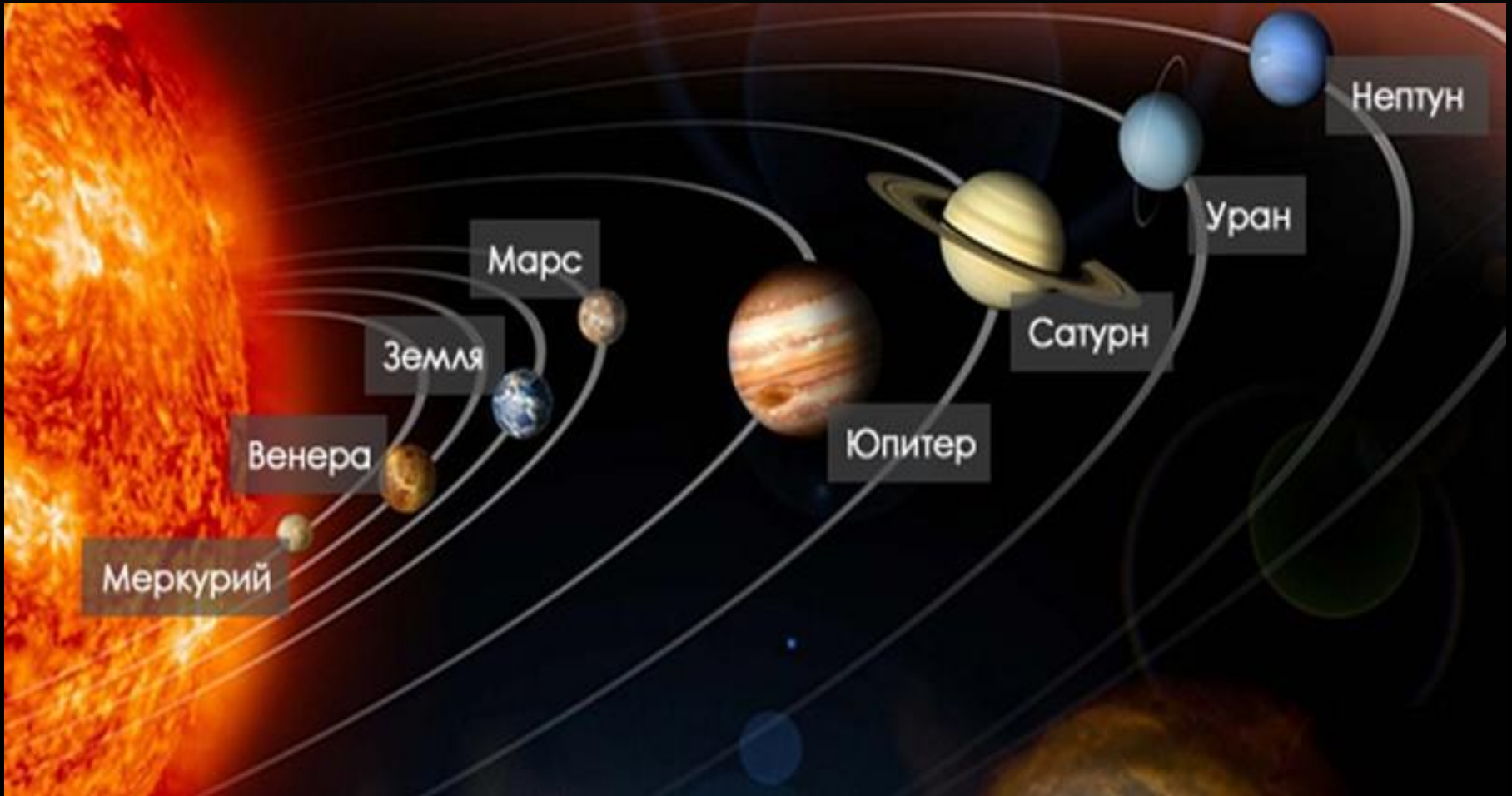


МРКО
АСТРОНОМИЯ
10 КЛАСС

Солнечная система.



Центральная звезда нашей системы, по разным орбитам вокруг которой проходят все планеты, называется Солнцем. Его возраст составляет около 5 млрд лет. Это желтый карлик, поэтому размеры звезды небольшие. Ее термоядерные реакции расходуются не очень быстро. Солнечная система достигла приблизительно середины своего цикла жизни. Спустя 5 млрд лет равновесие сил гравитации будет нарушено, звезда будет увеличиваться в размерах, постепенно нагреваться. Термоядерный синтез преобразует весь водород Солнца в гелий. К этому моменту размеры звезды будут в три раза больше. В конечном итоге светило остынет, уменьшится. Сегодня Солнце состоит почти полностью из водорода (90%) и немного из гелия (10%).

Чтобы рассмотреть спутники Солнца, необходимо ознакомиться с определениями: что такое звезда, планета, спутник и т. д.

Звездой называют тела, излучающие в пространство свет и энергию.

Это возможно благодаря происходящим в ней термоядерным реакциям и процессам сжатия под воздействием гравитации. В нашей системе есть только одна звезда – Солнце. Вокруг него обращается 8 планет.

Планетой сегодня называется небесное тело, которое обращается вокруг звезды и имеет сферическую (или близкую к ней) форму.

Такие объекты не излучают свет (не являются звездой). Они его могут отражать. Также планета не имеет вблизи своей орбиты иных больших небесных тел.

Спутником же называют объект, который вращается вокруг других, больших по размеру звезды или планеты.

Он удерживается на орбите силой притяжения этого крупного небесного тела. Чтобы понять, сколько спутников у Солнца, следует отметить, что в этот список, помимо планет, входят астероиды, кометы, метеориты. Пересчитать их практически нереально. -

До недавнего времени считалось, что наша система имеет 9 планет. После долгих обсуждений Плутон был исключен из этого списка. Но он также является частью нашей системы.



8 основных планет удерживает на своих орбитах Солнце. Спутник (планета) также может обладать небесными телами, вращающимися вокруг него. Встречаются довольно крупные объекты. Все планеты делят на 2 группы. К первой относятся внутренние спутники Солнца, а ко второй – внешние.

Планеты земной (первой) группы следующие:

1. Меркурий (самый близкий к звезде).
2. Венера (наиболее горячая планета).
3. Земля.
4. Марс (самый доступный для исследования объект).

Они состоят из металлов, силикатов, их поверхность твердая

Внешняя группа – это газовые гиганты. К ним относятся:

1. Юпитер.
2. Сатурн.
3. Уран.
4. Нептун.

Их состав характеризуется высоким содержанием водорода и гелия. Это самые большие планеты системы.

Планеты расположены от Солнца в такой последовательности



Первоначально Кеплер планировал стать протестантским священником, но благодаря незаурядным математическим способностям был приглашён в 1594 г. читать лекции по математике в университете города Граца (сейчас это Австрия). В Граце Кеплер провёл 6 лет. Здесь в 1596 г. вышла в свет его первая книга «Тайна мира». В ней Кеплер попытался найти тайную гармонию Вселенной, для чего сопоставил орбитам пяти известных тогда планет (сферу Земли он выделял особо) различные «платоновы тела» (правильные многогранники).

Орбиту Сатурна он представил как круг (ещё не эллипс) на поверхности шара, описанного вокруг куба. В куб в свою очередь был вписан шар, который должен был представлять орбиту Юпитера. В этот шар был вписан тетраэдр, описанный вокруг шара, представлявшего орбиту Марса и т. д. Эта работа после дальнейших открытий Кеплера утратила своё первоначальное значение (хотя бы потому, что орбиты планет оказались не круговыми); тем не менее, в наличие скрытой математической гармонии Вселенной Кеплер верил до конца жизни, и в 1621 г. переиздал «Тайну мира», внося в нее многочисленные изменения и дополнения.

Будучи великолепным наблюдателем, Тихо Браге за много лет составил объёмный труд по наблюдению планет и сотен звёзд, причём точность его измерений была существенно выше, чем у всех предшественников. Для повышения точности Браге применял как технические усовершенствования, так и специальную методику нейтрализации погрешностей наблюдения. Особо ценной была систематичность измерений.

На протяжении нескольких лет Кеплер внимательно изучает данные Браге и в результате тщательного анализа приходит к выводу, что траектория движения Марса представляет собой не круг, а эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце — положение, известное сегодня как первый закон Кеплера.

Иоганн Кеплер

(1571—1630)

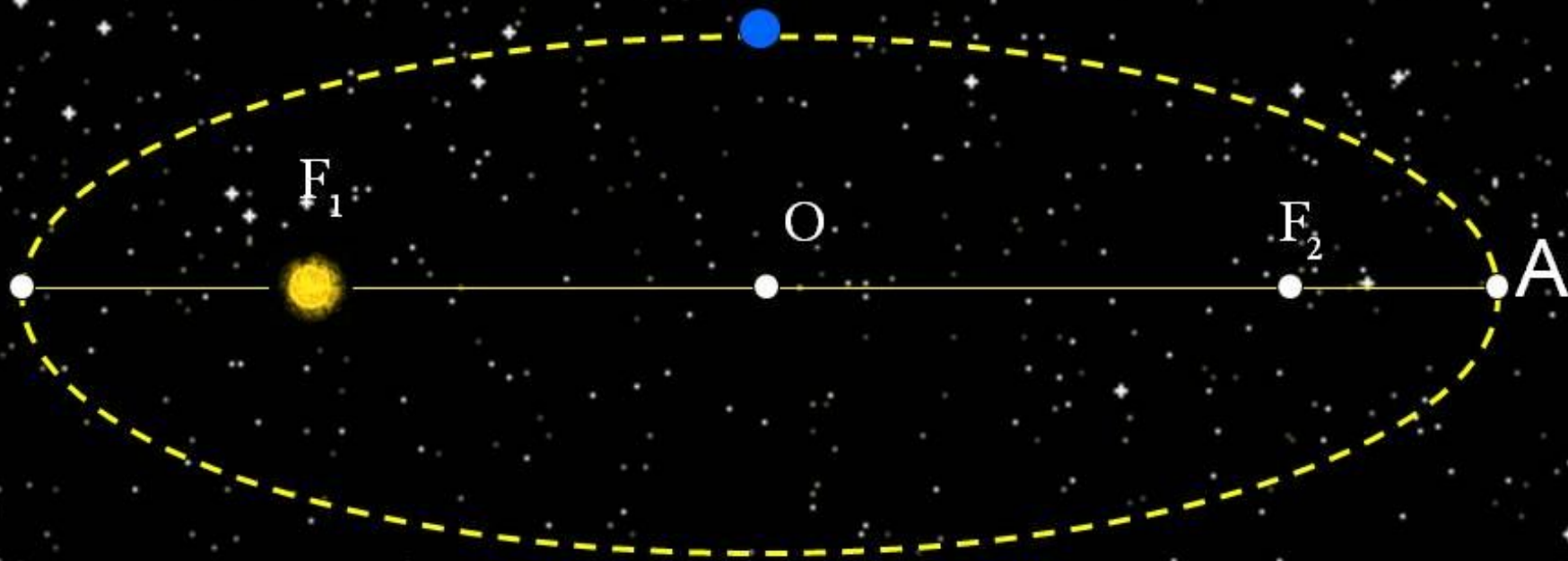
Используя идею Коперника о гелиоцентрической системе и результаты наблюдений астронома Тихо Браге, Кеплер установил законы движения планет вокруг Солнца. Но он не сумел объяснить динамику движения.



Первый закон Кеплера (закон эллипсов)

Каждая планета Солнечной системы обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Первый закон Кеплера



Каждая планета движется вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце

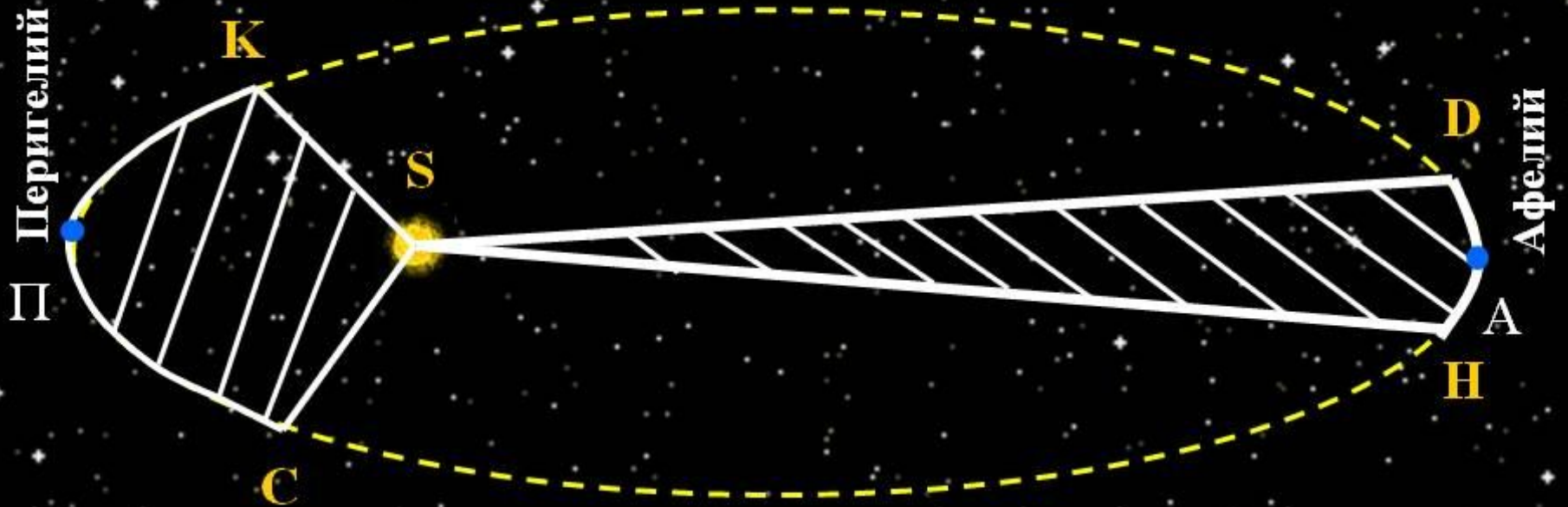
Форма эллипса и степень его сходства с окружностью характеризуется отношением , $e = \frac{c}{a}$, где c расстояние от центра эллипса до его фокуса (половина межфокусного расстояния), a - большая полуось. Величина e называется эксцентриситетом эллипса. При $e = 0$ и, следовательно $e = 0$ эллипс превращается в окружность.

Дальнейший анализ приводит ко второму закону. Радиус-вектор, соединяющий планету и Солнце, в равное время описывает равные площади. Это означало, что чем дальше планета от Солнца, тем медленнее она движется.

Второй закон Кеплера (закон площадей)

Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, описывает равные площади.

Второй закон Кеплера



Площади SKC и SDH равны.

Линейная скорость планеты вблизи перигелия больше, чем вблизи афелия.

С ЭТИМ ЗАКОНОМ СВЯЗАНЫ ДВА ПОНЯТИЯ: перигелий — ближайшая к Солнцу точка орбиты, и афелий — наиболее удалённая точка орбиты. Таким образом, из второго закона Кеплера следует, что планета движется вокруг Солнца неравномерно, имея в перигелии большую линейную скорость, чем в афелии.

Каждый год в начале января Земля, проходя через перигелий, движется быстрее, поэтому видимое перемещение Солнца по эклиптике к востоку также происходит быстрее, чем в среднем за год. В начале июля Земля, проходя афелий, движется медленнее, поэтому и перемещение Солнца по эклиптике замедляется. Закон площадей указывает, что сила, управляющая орбитальным движением планет, направлена к Солнцу.

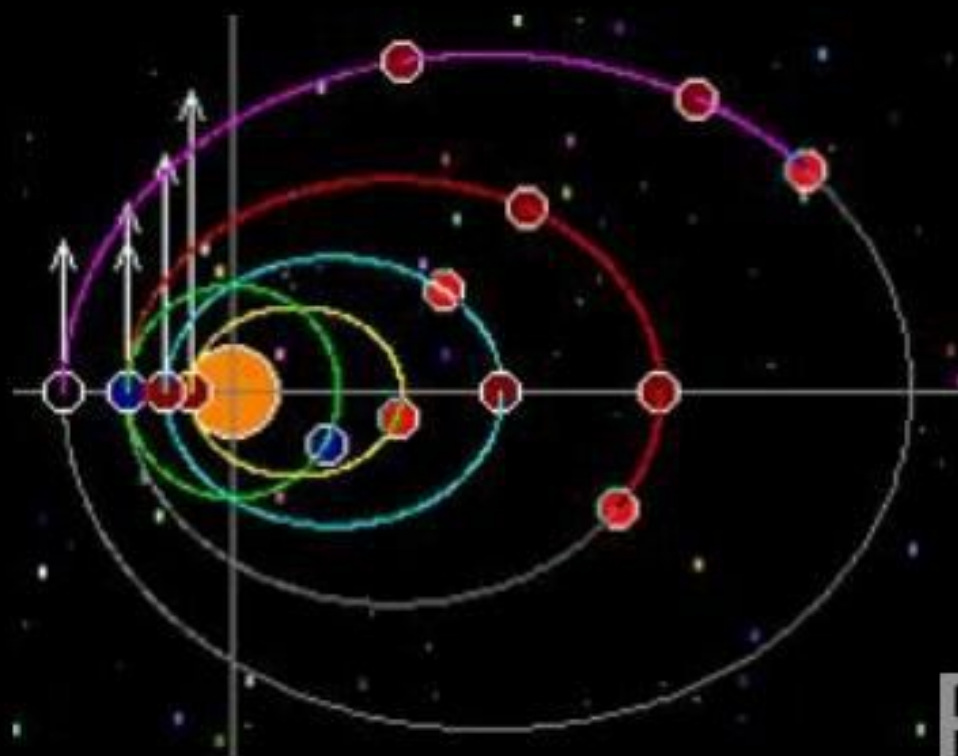
Третий закон Кеплера (гармонический закон)

Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы больших полуосей орбит планет. Справедливо не только для планет, но и для их спутников.



Третий закон Кеплера

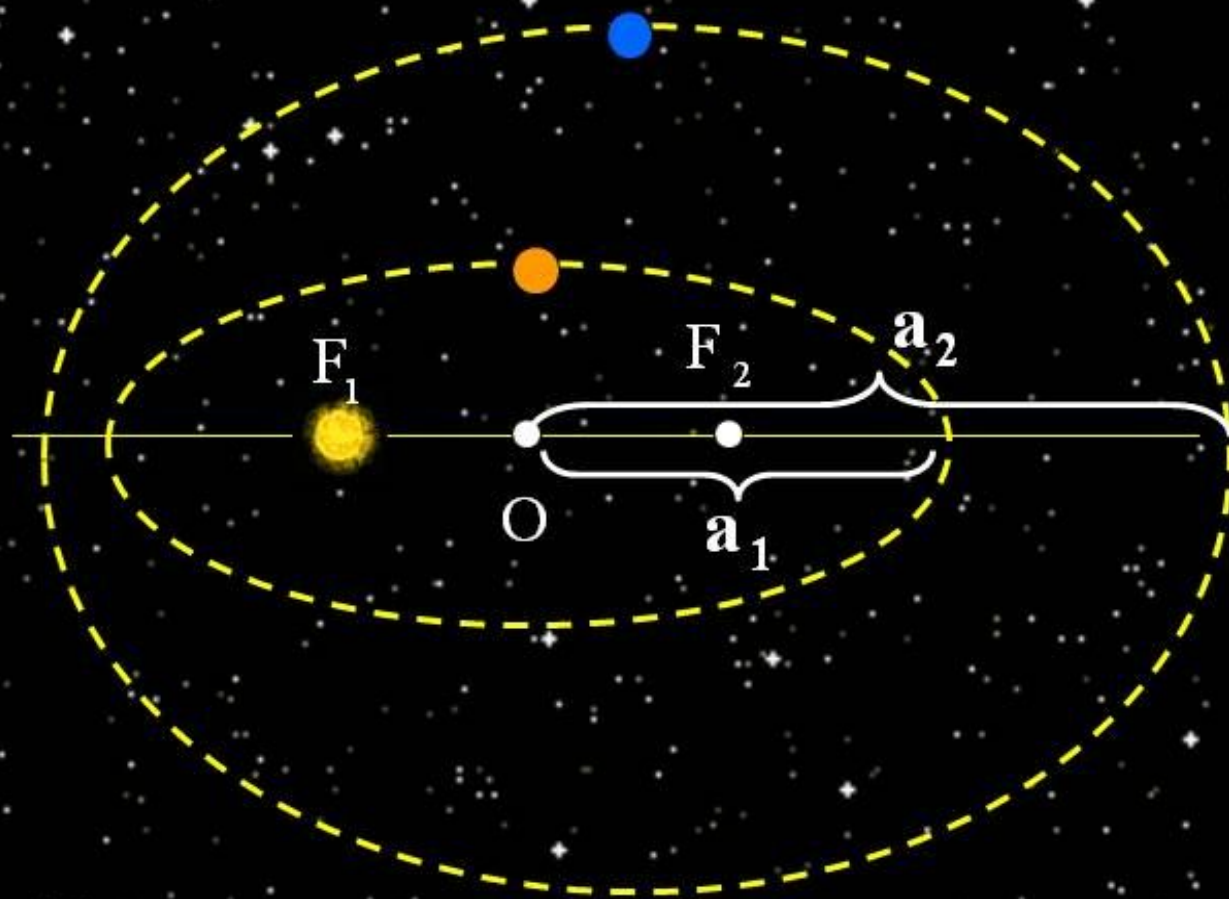
*Квадраты периодов обращения планет
вокруг Солнца относятся между собой как
кубы больших полуосей их орбит.*



$$\frac{a^3}{T^2} = \text{const}$$

Третий закон Кеплера

Квадраты звёздных периодов обращения двух планет относятся как кубы больших полуосей их орбит.



$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Естественные спутники планет играют колоссальную роль в жизни этих космических объектов. Более того, даже мы люди способны на своей шкуре ощутить влияние единственного естественного спутника нашей планеты – Луны

Естественные спутники планет – это космические тела естественного происхождения, которые вращаются вокруг планет. Наиболее интересными для нас представляются естественные спутники планет Солнечной системы, так как они находятся в непосредственной близости от нас

В Солнечной системе всего две планеты не имеют естественных спутников. Это Венера и Меркурий. Хотя предполагается, что ранее у Меркурия естественные спутники были, однако данная планета в процессе своей эволюции их лишилась. Что касается остальных планет Солнечной системы, то каждая из них имеет как минимум один естественный спутник. Самый известный из них – Луна, которая является верным космическим попутчиком нашей планеты. Марс имеет 2 спутника, Юпитер – 67, Сатурн – 62, Уран – 27, Нептун – 14. В числе этих спутников мы можем обнаружить, как весьма непримечательные объекты, состоящие в основном из камня, так и весьма интересные экземпляры, которые заслуживают отдельного внимания, и о которых мы будем говорить ниже

Юпитер



Ио



Европа



Ганимед



Каллисто

Сатурн

- Мимас
- Энцелад
- Тефия
- Диона
- Рея



Титан

- Япет

Уран

- Миранда
- Ариэль
- Умбриэль
- Титания
- Оберон

Плутон

- Протей
- Тритон
- Нереида

Нептун

- Харон

Земля



Луна

Сравнительные размеры некоторых спутников планет

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ



Название планеты	№	Масса (кг)	Диаметр (тыс.км)	Плотность (г/см ³)	Температура поверхности (°С)		Длина суток (земные сутки)	Среднее расстояние от Солнца (а.е.)	Период обращения по орбите (год)	Кол-во спутников
					Макс.	Мин.				
Меркурий	1	3,3x10 ²³	4,87	5,43	+ 480	- 180	58,65	0,387	0,24	0
Венера	2	4,87x10 ²⁴	12,1	5,25	+ 480		243	0,723	0,62	0
Земля	3	5,976x10 ²⁴	12,756	5,518	+ 58	- 90	1	1	1	1
Марс	4	6,4x10 ²³	6,67	3,95	0	- 150	1,03	1,5237	1,88	2
Юпитер	5	1,9x10 ²⁷	143,76	1,31	- 160	- 160	0,41	5,2	11,86	16
Сатурн	6	5,68x10 ²⁶	120,42	0,71	- 150	- 150	0,44	9,54	29,46	18
Уран	7	8,7x10 ²⁵	51,3	1,27	- 220	- 220	0,72	19,2	84	17
Нептун	8	1x10 ²⁶	49,5	1,77	- 213	- 213	0,74	30	165	8
Плутон	9	1,3x10 ²²	2,32	2	- 230	- 230	6,4	39,4	247,7	1

Планета	Расстояние		Масса в массах Земли	Экваториальный диаметр в диаметрах Земли	Ускорение силы тяжести, отнесенное к земному	Магнитное поле (магнитный момент, отнесенный к земному)	Атмосфера			Ионосфера	Радиационные пояса	Отраженное излучение (альбедо, дофферическое)	Солнечная постоянная, кВт/м ²	Скорость, км/с		Время перелета с Земли (с минимальной энергией), сут (лет)	
	от Солнца (среднее), а. е.*	от Земли, 10 ⁶ км					наличие и состав	давление (у поверхности), гПа	температура (у поверхности), К					первая космическая	вторая космическая (освобождения)		
Меркурий	0,39	82—217	0,054	0,38	0,38	Есть, слабое	Следы He, H ₂ и др.	2·10 ⁻⁹	До 110 на теневой и до 690 на освещенной стороне	*	*	0,06	9,07	2,97	4,2—4,3	106	
Венера	0,72	39—260	0,815	0,95	0,905	Есть (2·10 ⁻³), слабое	Очень плотная, в основном CO ₂ , примеси N ₂ , Ar, O ₂ и др.	До 1013·10 ²	До 767	Есть	Нет	0,78	2,6	7,25	10,2	146	
Земля	1,00	—	1,000	1,00	1,00	Есть (1,00), сильное	Плотная, в основном N ₂ и O ₂ , примеси Ar, CO ₂ и др.	1013 (760 мм рт. ст.)	213—333	Есть	Есть	0,36	1,36	7,89	11,2	—	
Марс	1,52	56—400	0,107	0,53	0,38	Есть (2·10 ⁻⁴), слабое	Очень разреженная, в основном CO ₂ и примеси паров H ₂ O, N ₂ , Ar, CO и др.	3—10	203 ночью и 303 днем (на экваторе)	Есть	Нет	0,15	0,587	3,55	5,0	259	
Юпитер	5,2	591—965	317,88	11,11	2,67	Есть (4·10 ⁵), очень сильное	Очень плотная и протяженная, в основном H ₂ , He, примеси метана, аммиака и др.	*	*	Есть	Есть, протяженные	0,67	0,05	42,1	59,5	997 (2,732)	
Сатурн	9,54	1199—1653	95,17	9,43	1,17	Есть, довольно сильное		*	*	*	*	0,69	0,015	25,0	35,4	2209 (6,05)	
Уран	19,19	2586—3153	14,54	3,98	0,83	*		*	*	*	*	*	0,75	0,003	15,7	22,2	5858 (16,12)
Нептун	30,07	4309—4682	17,25	3,82	1,15	*		*	*	*	*	*	0,60	0,0015	17,5	24,8	11 182 (30,6)
Плутон	39,52	4249—7558	< 1	< 1	> 2,0	*		*	*	*	*	*	0,5	0,0008	*	*	16 654 (45,5)
Луна	1,0	0,3844 (среднее)	0,012	0,272	0,165	Есть (1·10 ⁻⁶), очень слабое	Нет	—	119 ночью и 373 днем	Нет	Нет	0,073	1,36	1,68	2,37	5	

Виды малых тел Солнечной системы:

- Астероиды
- Кометы
- Метеоры
- Метеориты
- Болиды
- Межпланетная пыль
- Космический мусор

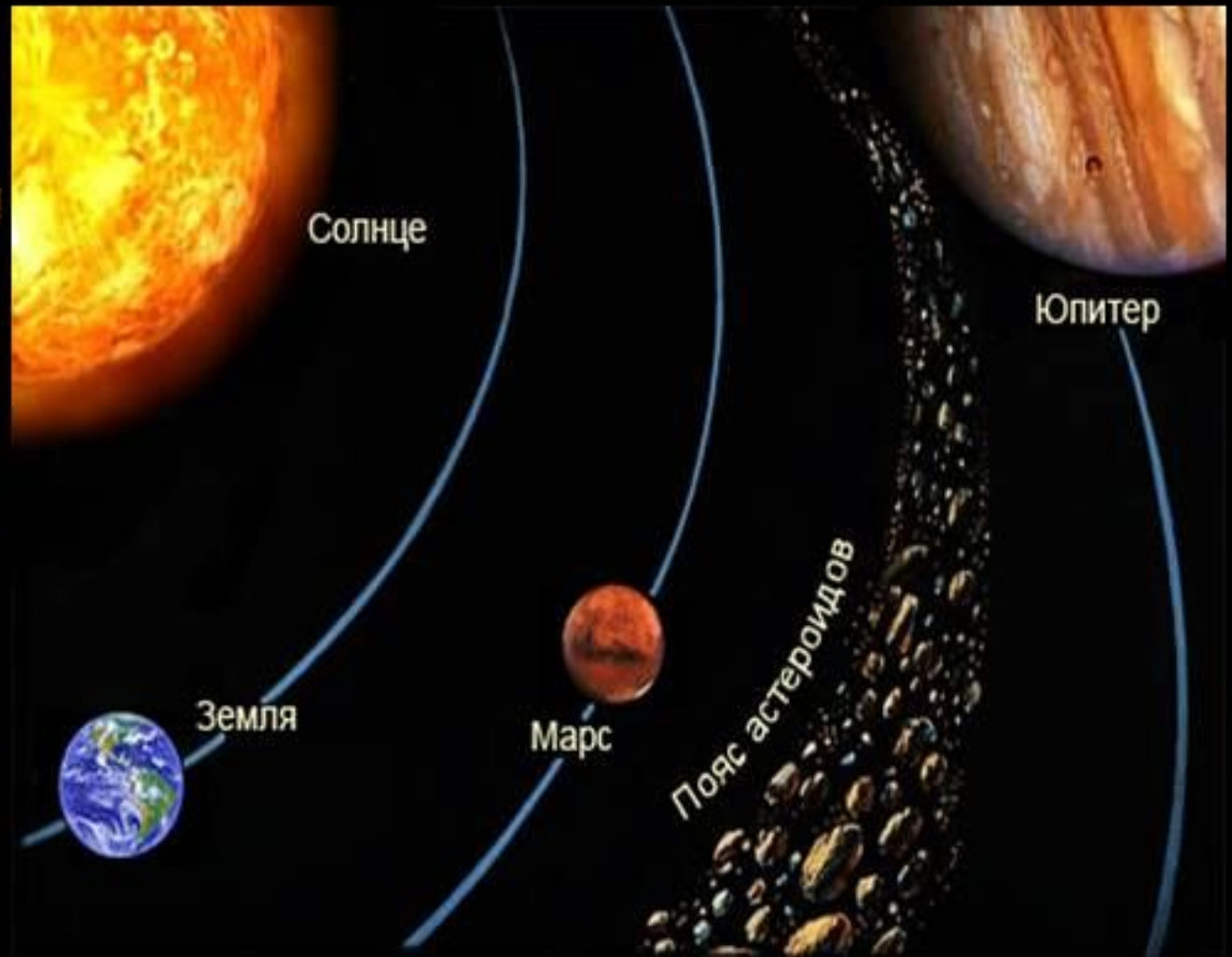
Описание Солнечной системы содержит не только сведения о восьми планетах и Плуtone, но и еще нескольких структурах, включающих большое количество космических тел. К ним относятся пояс Койпера, рассеянный диск, облако Оорта, а также пояс астероидов. О последнем и пойдет речь ниже.

Термин «астероид» был заимствован Уильямом Гершелем у композитора Чарлза Берни. Слово имеет греческое происхождение и означает «подобный звезде». Применение такого термина было связано с тем, что при изучении просторов космоса через телескоп астероиды казались похожими на звезды: выглядели как точки в отличие от планет, которые напоминали диски.

Как такового определения термина сегодня нет. Основная характерная особенность объектов пояса астероидов и аналогичных структур — размер. Нижний предел — диаметр 50 м. Космические тела меньшего размера — это уже метеоры. Верхняя граница — диаметр карликовой планеты Цереры, практически 1000 км.

Пояс астероидов

Астероиды самые распространенные малые тела Солнечной системы. Пояс астероидов занимает орбиту между Марсом и Юпитером.



Пояс астероидов находится между орбитами Марса и Юпитера. Сегодня известно более 600 тысяч его объектов, из которых свыше 400 000 имеют собственный номер или даже название. Примерно 98% из последних — объекты пояса астероидов, удаленные от Солнца на расстояние от 2,2 до 3,6 астрономических единиц. Наиболее крупное тело среди них — Церера. На собрании МАС в 2006 году она вместе с Плутоном и еще несколькими объектами получила статус карликовой планеты. Следующие по размерам Веста, Паллада и Гигея вместе с Церерой составляют 51% от общей массы пояса астероидов.

Космические тела, составляющие пояс, помимо размеров имеют еще ряд основных характеристик. Все они представляют собой каменные объекты, обращающиеся по своим орбитам вокруг Солнца. Наблюдения за астероидами позволили установить, что, как правило, они имеют неправильную форму и вращаются. Снимки, сделанные космическими кораблями, пролетавшими сквозь пояс астероидов в Солнечной системе, подтвердили эти предположения. Согласно мнению ученых, такая форма — результат частых столкновений астероидов друг с другом и прочими объектами.



На сегодняшний день астрономы выделяют три класса астероидов согласно основному веществу, входящему в их состав:

углеродные (класс C);

силикатные (класс S) с преобладанием кремния;

металлические (класс M).

Первые составляют примерно 75% от числа всех известных астероидов. Подобная классификация, однако, некоторыми учеными не считается приемлемой.

На их взгляд, существующие данные не позволяют однозначно утверждать, какой элемент преобладает в составе космических тел пояса астероидов.

В 2010 году группа астрономов сделала интересное открытие, касающееся состава астероидов. Ученые обнаружили на поверхности Фемиды, достаточно крупного объекта этой зоны, водяной лед. Находка подтверждает косвенно гипотезу о том, что одним из источников воды на молодой Земле были астероиды

Средняя скорость, с которой объекты этой области облетают Солнце, равна 20 км/с. При этом на один оборот астероиды главного пояса тратят от трех до девяти земных лет. Для большинства из них характерен небольшой наклон орбиты к плоскости эклиптики — 5-10°. Однако встречаются и объекты, траектория полета которых составляет с плоскостью вращения Земли вокруг светила более внушительный угол, вплоть до 70°. Эта характеристика легла в основу классификации астероидов на две подсистемы: плоскую и сферическую. Наклон орбит объектов первого типа меньше либо равен 8°, вторых — больше указанного значения.

В позапрошлом столетии в научных кругах широко обсуждалась гипотеза о погибшем Фаэтоне. Расстояние от Марса до Юпитера достаточно внушительное, и здесь могла бы проходить орбита еще одной планеты. Однако подобные представления сегодня уже считаются устаревшими. Современные астрономы придерживаются версии, что на месте, где проходит пояс астероидов, планета возникнуть просто не могла. Причина этого в Юпитере.

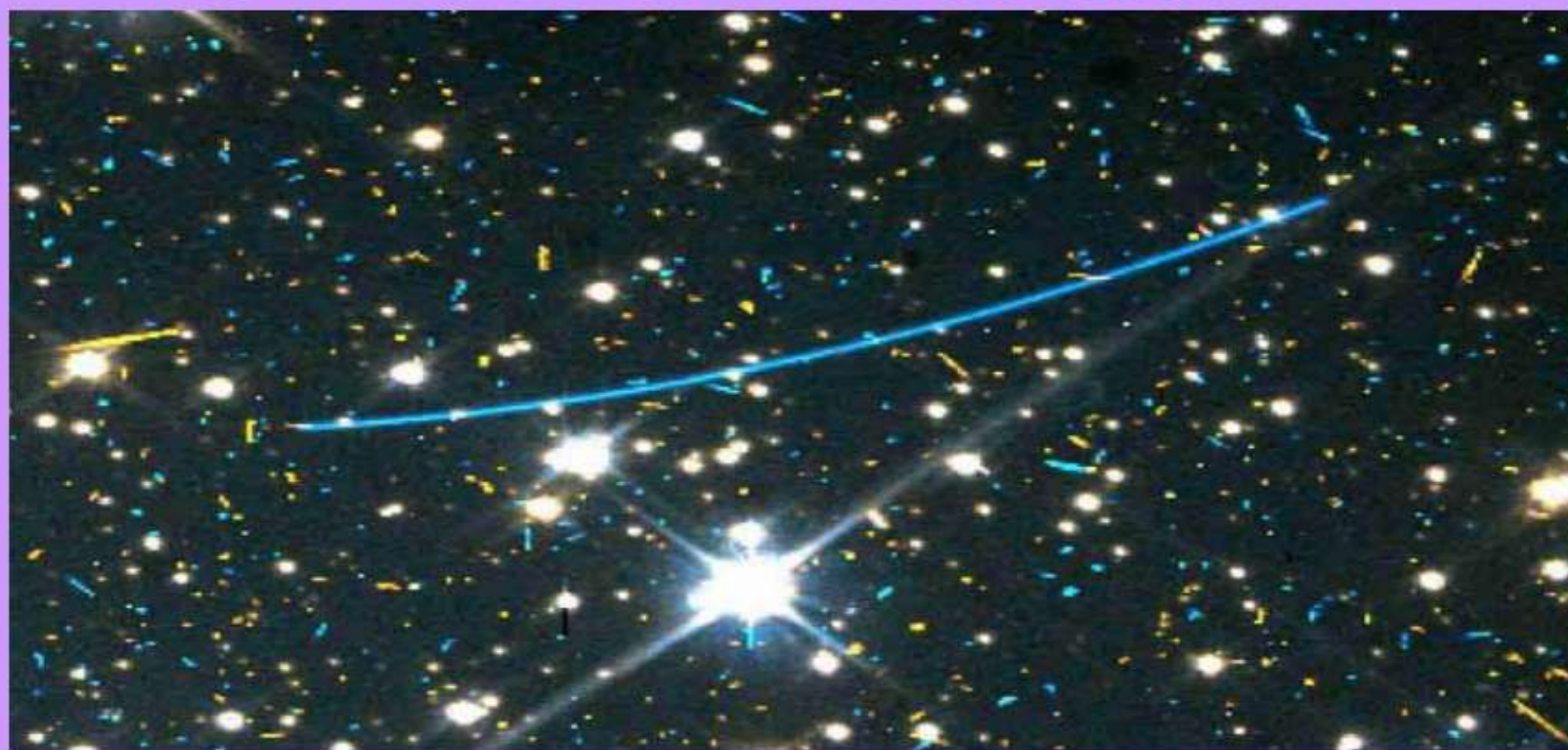
Главный пояс астероидов не одинок. На его внешней границе размещаются еще два менее внушительных подобных образования. Одно из этих колец расположено непосредственно на орбите Юпитера и представлено двумя группами объектов:

«греки» опережают газовый гигант примерно на 60° ; «трояницы» отстают на такое же количество градусов. Характерной особенностью этих тел является стабильность их движения. Она возможна благодаря расположению астероидов в «точках Лагранжа», где уравновешиваются все гравитационные воздействия на эти объекты



Несмотря на относительно близкое расположение к Земле, пояс астероидов изучен недостаточно и хранит множество тайн. Первая из них, конечно, это происхождение малых тел Солнечной системы. Существующие предположения на этот счет, хотя и звучат достаточно убедительно, еще не получили однозначного подтверждения. Вызывают вопросы и некоторые особенности строения астероидов. Известно, например, что даже родственные объекты пояса по некоторым параметрам достаточно сильно отличаются друг от друга. Изучение характеристик астероидов и их происхождения необходимо как для понимания событий, предшествующих формированию Солнечной системы в известном нам виде, так и для построения теорий о процессах, происходящих в удаленных участках космоса, в системах других звезд.

Кометы - это малые тела
солнечной системы, название
которых можно перевести
как «косматые звезды».



«Молодые» кометы имеют голубоватый оттенок. Это связано с наличием большого количества льда. По мере вращения кометы вокруг солнца лед тает, и комета приобретает желтоватый оттенок.

Большая часть комет вылетает из пояса Койпера, представляющего собой скопление замороженных тел, которые находятся неподалеку от Нептуна.

Если хвост кометы голубого оттенка и повернут от Солнца – это свидетельство того, что он состоит из газов. Если же хвост желтоватый и повернут к Солнцу, то в нем много пыли и других примесей, притягивающихся к светилу.

Кометы



- Кометы являются одними из самых эффектных тел в Солнечной системе. Это своеобразные космические айсберги, состоящие из замороженных газов сложного химического состава, водяного льда и тугоплавкого минерального вещества в виде пыли и более крупных фрагментов.

Кометы в Солнечной системе

Кометы обращаются вокруг Солнца по вытянутым орбитам. Различают **коротко-** и **долгопериодические** кометы (периоды обращения менее и более 200 лет).

Комета Галлея



👁 февраль 1986 года
🕒 75 лет

Комета Хиякутаке



👁 май 1996 года
🕒 более 17000 лет

Комета Хейла-Боппа



👁 апрель 1997 года
🕒 2534 года

Комета Хартли 2

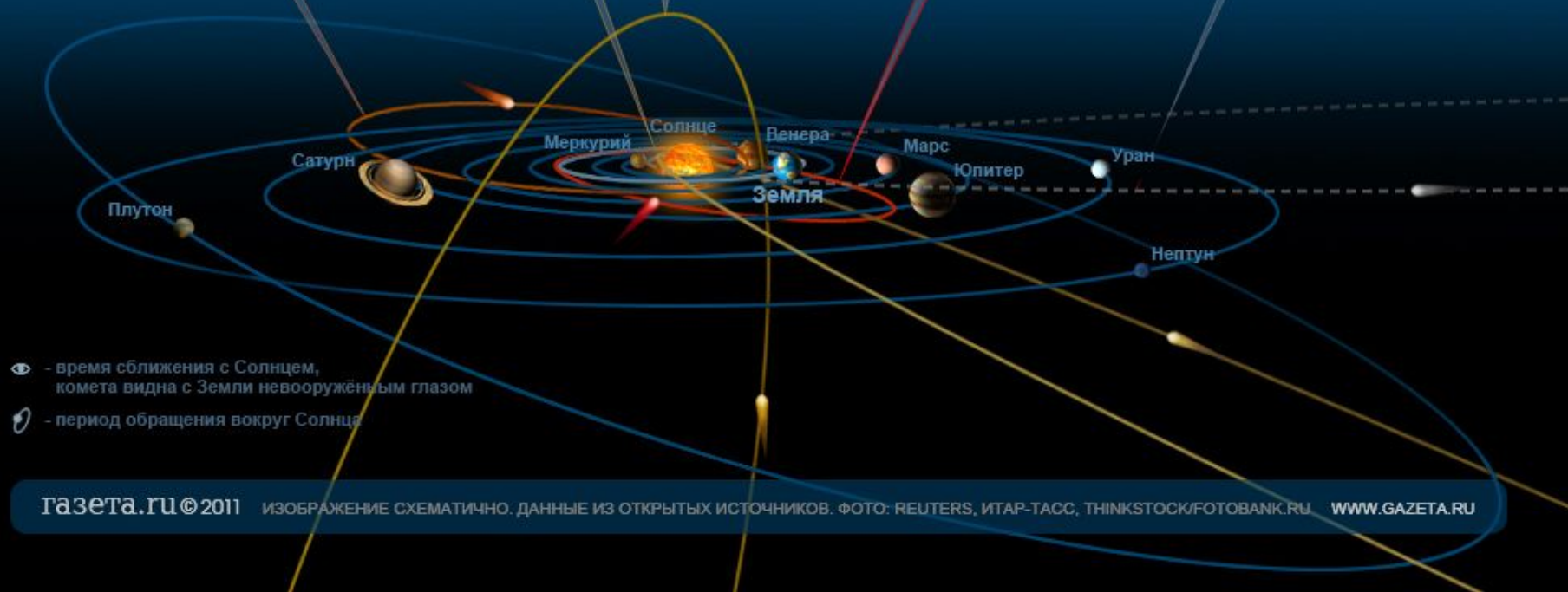


👁 октябрь 2010 года
🕒 6,5 лет

Комета C/2011 L4 (PANSTARRS)

Комета открыта 8 июня 2011 года и пока находится далеко

👁 февраль 2013 года



- 👁 - время сближения с Солнцем, комета видна с Земли невооружённым глазом
- 🕒 - период обращения вокруг Солнца

Комета Шумейкеров



Комета обращается не вокруг Солнца, а вокруг Юпитера с периодом в 2 года. При очередном сближении с Юпитером в июле 1994 г. обломки кометы врезались в атмосферу Юпитера со скоростью 64 км/с и вызвали мощные возмущения облачного покрова, которое наблюдалось с Земли и из космоса.

СТРОЕНИЕ КОМЕТЫ

СТРОЕНИЕ КОМЕТЫ



Метеорные тела



- Метеороид, или метеорное тело — небесное тело, промежуточное по размеру между межпланетной пылью и астероидом..
- Видимый след метеороида, вошедшего в атмосферу Земли, называется метеором, а метеороид, упавший на поверхность Земли — метеоритом.

Метеориты




Метеорное тело – это кусок камня или скопление пыли в космическом пространстве. Поверхность Земли постоянно бомбардируется небесными телами самых разных размеров. При трении об атмосферу частицы разогреваются и сгорают или испаряются, оставляя за собой яркий след – метеор

Метеориты



- Каменные или железные тела, упавшие на землю из межзвёздного пространства;
- Имеют массу от нескольких грамм до нескольких тонн;
- самые известные найдены: в Намибии в 1920 г., в Аризоне, США, в России «Тунгусский» в 1908 г.

Метеоры



В межпланетном пространстве движется огромное количество космической пыли. В большинстве случаев это остатки разрушенных комет.

Временами они врываются в атмосферу Земли и вспыхивают, проносясь по небу яркой светящейся черточкой: кажется, что падает звезда. Эти вспышки на небе называют метеорами.

От греческого слова «метеорос» – парящий в воздухе.

Метеоры –

«пылающие звёзды»



- пылевые частички – остатки комет, влетающие в Земную атмосферу;
- тугоплавкие частички массой меньше 1 г;
- движутся со скоростью до 73 км/с;
- метеорные дожди (падение большего числа метеоров, сопровождающиеся световыми явлениями)

Болиды



Метеор, влетевший в земную атмосферу, может иметь довольно крупные размеры и весить уже не доли грамма, а килограммы или даже тонны! Земной наблюдатель воспринимает его как стремительно несущийся по небу сияющий шар — болид, за которым, как правило, тянется огненный хвост, рассыпаются искры.

Полёт болида длится несколько секунд, а потом на небе в течение нескольких десятков минут или даже часа слабо светится туманный след. Он непрерывно меняет свою форму, изгибается, а потом разрывается на части ветром.

Иногда — особенно в тех случаях, когда болид очень крупный и яркий, — через некоторое время после его исчезновения слышится раскатистый грохот. Поэтому неудивительно, что в отдалённые времена полёт болидов вызывал в народе суеверный ужас — люди принимали эти сверкающие шары с огненными хвостами и извивающимися следами за огненных змеев или драконов

Болиды



- очень яркие метеоры, массой больше 100 г;
- имеет яркий хвост из ионизированных газов и пылевых частичек;
- полёт сопровождается шумом, свистом и заканчивается падением на Землю.

Болиды

Болиды – очень яркие метеоры. Особо яркие болиды иногда называют **суперболидами**



Межпланетная пыль



- заполняет всё межпланетное пространство;
- размер – несколько микрон;
- состоит из частичек пыли и газа в виде электронов и протонов;
- солнечный свет, отражённый пылью и рассеянный электронами образует зодиакальный свет.



Пылинки:
до ~ 1 мм



Метеороиды:
до ~ 30 м



Астероиды:
более ~ 30 м

Кометы:
от ~ 3 км и более